

INSTITUTO TECNOLOGICO Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE MONTERREY

ESCUELA DE CONTABILIDAD
ECONOMIA Y ADMINISTRACION

"CRITERIOS ECONOMICOS PARA SELECCIONAR
LAS ALTERNATIVAS POSIBLES EN EL
DESARROLLO DE SISTEMAS
ELECTRICOS"

TESIS
QUE PRESENTA
RODOLFO CORREA LOPEZ
EN OPCION AL TITULO DE
LICENCIADO EN ECONOMIA

MONTERREY, N. L.

SEPTIEMBRE DE 1966

TL

TK3001

.C6

1966

e.1

6

6



1080111107

24662

INSTITUTO TECNOLOGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MONTERREY.
ESCUELA DE CONTABILIDAD, ECONOMIA Y ADMINISTRACION.

"CRITERIOS ECONOMICOS PARA SELECCIONAR LAS
ALTERNATIVAS POSIBLES EN EL DESARROLLO DE
SISTEMAS ELECTRICOS".

T E S I S

QUE PRESENTA

RODOLFO CORREA LOPEZ

EN OPCION AL TITULO DE

LICENCIADO EN ECONOMIA

MONTERREY, N. L.

SEPTIEMBRE DE 1966.

TL
TK3001
CG
1966



A MIS PADRES

con gratitud y profundo cariño

A MIS HERMANOS Y HERMANAS

INTRODUCCION.

Las investigaciones sobre los criterios económicos de selección de alternativas posibles en el desarrollo de sistemas eléctricos no son muy antiguas. Hasta no hace muchos años si los sistemas eléctricos estaban lejos de recursos hidráulicos, el abastecimiento eléctrico dependía fundamentalmente del combustible que podía llegar localmente en mejores condiciones; por el contrario, si la zona era rica en recursos hidráulicos la alternativa se planteaba fundamentalmente entre varias posibles soluciones hidroeléctricas. Sin embargo, el hecho de que hoy día la energía constituye un elemento esencial del desarrollo y de que numerosos estudios comprueben una correlación evidente entre el consumo de energía eléctrica y el producto nacional bruto han originado estudios especializados sobre el problema de selección pretendiendo con ello el máximo de economías.

Por consiguiente, el objetivo del presente trabajo es tratar a la energía eléctrica, desde el punto de vista de las economías que se pueden lograr si se selecciona el tipo de planta generadora más adecuada.

Como se verá, muchos son los factores que influyen para la selección, a tal grado que a veces es prácticamente imposible predecir el tipo de planta que menor costo tendrá dentro del rendimiento que se busca. Sin embargo, existen criterios económicos comparativos que efectivamente orientan, para llevar a cabo una adecuada selección siendo esa la problemática de esta investigación.

Se trata, dadas las limitaciones científicas, de exponer en forma ordenada las ideas que han servido de criterios económicos para abordar la selección sistemática, entre diversas alternativas de fuentes generadoras de electricidad y, en general, condicionar el desarrollo de sistemas eléctricos. Muchos de los temas tratados deberían ser analizados por personas con más conocimientos y experiencia, pero eso constituye un segundo objetivo, es decir, que este estudio pudiera servir de pauta para clarificar ideas y fijar criterios en este problema tan importante hoy día,

El trabajo para su desarrollo se ha dividido en tres capítulos; en el primero se examinan los puntos principales por los cuales la energía eléctrica se ha

constituído en elemento primordial de progreso económico, de donde se deriva la importancia de seleccionar la mejor alternativa. En el segundo capítulo se analizan algunos factores especiales que influyen sobre los criterios económicos en materia eléctrica, así como aquellas pautas que juzgan la prioridad en el desarrollo de este servicio. Por último, en el tercer capítulo, se exponen los criterios económicos conocidos hasta el momento.

I N D I C EPágina

CAPITULO I

SIGNIFICACION DE LA ELECTRICIDAD
EN EL DESARROLLO ECONOMICO.

A).- Papel fundamental de la electricidad . . .	1
B).- El consumo de electricidad en relación a las otras formas de energía	3
C).- Consumo de electricidad y desarrollo eco- nómico	7
1).- Correlación entre el consumo neto de electricidad total y el producto - bruto.	8

CAPITULO II

FACTORES ESPECIALES QUE INFLUYEN
SOBRE LOS CRITERIOS ECONOMICOS.-
CRITERIOS DE PRIORIDAD.

A).- Algunos factores especiales que influyen - sobre los criterios económicos	15
1).- Propiedad del servicio eléctrico . .	17
2).- Rentabilidad y costo económico del - dinero	20
3).- Tarifas.	

Cap. IIPágina

4).- Otras consideraciones que influyen sobre los criterios de decisión.	28
a)- Escasez de medios financieros.	28
b)- Urgencia de una solución	29
c)- Economía de divisas.	31
B).- Criterios de prioridad.	32

CAPITULO III

CRITERIOS ECONOMICOS DE SELECCION.

A).- Métodos Tradicionales.	40
1).- Métodos usados en instalaciones que - generen hasta 50,000 Kwh	40
2).- Métodos usados en instalaciones que - generen más de 50,000 Kwh.	41
B).- Sistema del coeficiente de valor	43
1).- Coeficiente de valor	43
2).- Deducción del coeficiente de valor	44
3).- Uso del coeficiente de valor	49
C).- Sistema Ruso	50
D).- Diferencias entre el coeficiente de valor y el sistema ruso.	53
E).- Métodos de Tarificación.	55

Página

RESUMEN Y CONCLUSIONES.	59
---------------------------------	----

A P E N D I C EEJEMPLOS NUMERICOS DE LOS
METODOS DE EVALUACION.

A).- Métodos tradicionales	62
I - Métodos usados en instalaciones que ge- neren hasta 50,000 Kwh	62
1) Comparación del costo de la energía eléctrica	62
2) Comparación del precio de venta. . .	64
II - Métodos usados en instalaciones que ge- neren más de 50,000 Kwh.	67
B).- Coeficiente de valor.	68
C).- Sistema Ruso.	69
BIBLIOGRAFIA.	71

INDICE DE CUADROS Y GRAFICOS.

CUADRO I -	COEFICIENTES DE ELECTRIFICACION Y SUS TASAS DE CRECIMIENTO.	5
" II -	TABLA COMPARATIVA DEL CONSUMO DE GAS NATURAL Y DE PETROLEO CRUDO CON RES-- PECTO A LA GENERACION DE ENERGIA ELEC TRICA PARA EL AÑO 1965.	6
GRAFICO I -	CORRELACION ENTRE EL CONSUMO NETO DE ENERGIA ELECTRICA TOTAL Y EL PRODUCTO BRUTO, AMBOS POR HABITANTE.	9
" II -	CORRELACION ENTRE EL CONSUMO NETO DE ENERGIA Y EL PRODUCTO BRUTO, AMBOS - POR HABITANTE	9

CAPITULO I

SIGNIFICACION DE LA ELECTRICIDAD EN EL DESARROLLO ECONOMICO.

A).- PAPEL FUNDAMENTAL DE LA ELECTRICIDAD.

Constituye un hecho indiscutible que la industrialización es un proceso inevitable para un país que ha llegado a un cierto grado en su evolución económica.- En todas las regiones del mundo el nivel de vida tiende a ser más elevado mientras menor sea la importancia de la agricultura como factor ocupacional. El sector industrial es precisamente la actividad productora de bienes que puede absorber la proporción más importante de la población agrícola que queda desocupada por el aumento de la productividad en la agricultura. Pero para que el proceso de industrialización pueda acelerarse y orientarse hacia las metas deseadas es necesario disponer de mayores cantidades y mejores formas de energías. Es aquí en donde la electricidad tiene el papel fundamental que se le reconoce universalmente.

La electricidad desempeña una doble función -

dentro del sistema económico. En efecto, es a su vez un bien de consumo final y un bien intermedio, o sea un insumo en casi todos los procesos productivos, tanto de bienes como de servicios, aunque predominando en este papel el consumo correspondiente al sector industrial.

El nivel de insumo energético es uno de los elementos determinantes de la productividad manufacturera, que a su vez, condiciona el nivel de ingreso por habitante de la comunidad. También este último influye directamente en el consumo de energía por parte del consumidor final, no tanto debido a la capacidad de energía en sí, sino en cuanto a sus posibilidades de adquirir los bienes duraderos de consumo que para su funcionamiento requieren la utilización de la energía en sus diversas formas.

No es que la electricidad represente un elemento esencial del costo de los productos manufactureros, pero así como el agua puede tener un costo nulo o muy pequeño en la agricultura y sin embargo constituye un medio tan imprescindible para ello como que del agua depende su propia existencia, la electricidad es factor - -

catalizador capaz de acelerar el desarrollo general e industrial en particular, para que alcance una velocidad tal que con el tiempo permita recuperar el enorme atraso de las regiones subdesarrolladas.

B).- EL CONSUMO DE ELECTRICIDAD EN RELACION
A LAS OTRAS FORMAS DE ENERGIA.

La influencia de la electricidad en la época actual es tan grande que resulta casi imposible concebir una actividad humana en la que no juegue un papel preponderante. El desarrollo industrial, la mecanización general y el progreso urbano requieren una amplia disponibilidad de electricidad. Puede estimarse que la participación de la electricidad en el consumo mundial de la energía comercial llegó en 1964 a 35%, en 1959 a más de 29%, en tanto que en 1937 era de 15% y en 1949 de 20%(1).

Los coeficientes de electrificación* por regiones revelan el progreso cada vez mayor de la electricidad

(1) Estadísticas de "Consumo y producción energética" - Documento de la ONU CE/CN.12/630/Add,1) Oct. de 1965.

(*) Corresponde a la definición de "Grado de electrificación"; relación entre la generación eléctrica y el total de la energía comercial consumida (excluida la energía eléctrica), expresadas ambas en una misma unidad.

como la forma de energía preferida en el mundo (Cuadro No. I).

Las cifras correspondientes a América Latina - son altas con relación a otros grupos de países, más que nada por la alta proporción de combustibles no comerciales que suplen sus necesidades de energía y que no entran en esta comparación. En cambio mientras en el decenio - (1952-62) el factor de electrificación ha crecido en el mundo con un ritmo cercano al 6% anual, en América Latina solo ha progresado como en un 3.0% y ha permanecido- estacionario en los otros países subdesarrollados. Tal - es el resultado de las limitaciones de la oferta de electricidad que en general ha prevalecido en estas regiones.

El cuadro II muestra otros tipos de energía, - gas natural y petróleo crudo, que comparados con el consumo de la energía eléctrica deja ver la franca preferencia de la energía eléctrica sobre los otros tipos de - - energía.

Este breve análisis corrobora, para algunos - países (Cuadro II), lo explicado ya en los "coeficiente

C U A D R O I

COEFICIENTES DE ELECTRIFICACION Y SUS TASAS DE CRECIMIENTO.

AÑO	AMERICA LATINA	EUROPA OCCIDENTAL	EUROPA ORIENTAL	ESTADOS UNIDOS	OTROS PAISES DESARROLLADOS	RESTO DEL MUNDO	MUNDO
1937	0.660	0.330	0.300	0.230	0.861	0.249	0.331
1949	0.689	0.633	0.382	0.450	1.087	0.495	0.521
1953	0.897	1.097	0.631	0.988	1.584	0.365	0.863
1962	0.929	1.194	0.687	1.070	1.652	0.356	0.912

TASAS MEDIAS (porcientos)

1937-							
1959	1.7	5.3	3.9	7.2	3.0	1.6	4.7
1952-							
1962	3.0	6.5	6.0	9.0	4.3	0.6	5.8

FUENTE: AMERICA LATINA: Informaciones directas, elaboradas por la CEPAL. Otras regiones y países : - U. N. Statistical Papers, Serie J. Nos. 1 a 3.

CUADRO II

TABLA COMPARATIVA DEL CONSUMO DE GAS NATURAL Y-
DEL PETROLEO CRUDO CON RESPECTO A LA GENERACION
DE ENERGIA ELECTRICA PARA EL AÑO 1965.

País	Consumo - de gas na- tural (millones de m3)	Consumo = de petró- leo crudo (millones de m3)	Generación de energía eléc- trica (millones de kilowatios)
Argentina	6.200	15.958	16.650
Brasil	480	5.296	30.600
Chile	6.301	2.176	6.600
Colombia	2.450	9.952	10.400
México	13.860	18.375	19.800
Perú	1.600	3.676	3.700
Venezuela	38.560	197.428	7.300

FUENTE: U.S. BUREAU OF MINES;
"AMERICA EN CIFRAS" 1965.

tes de electrificación" referentes a la preferencia de la electricidad como energía. En los países citados en la Tabla II, solamente Venezuela tiene un consumo menor de electricidad que de gas natural y petróleo crudo.

C).- CONSUMO DE ELECTRICIDAD Y DESARROLLO ECONOMICO.

Las observaciones precedentes ilustran la estrecha interdependencia entre el nivel de ingreso y el de consumo eléctrico. Nótese que en general la utilización más intensa de energía como factor productivo y en cuanto bien de consumo final, exige una inversión previa del comprador. En este sentido, la demanda de energía es, pues, una demanda "derivada" de las inversiones en equipo y maquinaria que la necesitan como insumo.

El hecho de que exista esa interdependencia en manera alguna significa que el nivel de ingresos determine en forma unívoca el nivel de consumo energético total y, mucho menos, el de consumo eléctrico, ya que a su vez se producen substituciones de una forma de energía por otra. El ritmo de dichas substituciones está medido por las variaciones del coeficiente de electrificación.

Las razones por las que no existe tal relación funcional simple entre ingreso y consumo de energía son múltiples y relativamente evidentes. Considérese, por ejemplo, la estructura del sistema productivo. Varios países pueden alcanzar el mismo nivel de ingreso con una composición muy diferente en su producción; en tal caso también será diferente el consumo de energía, ya que el insumo de ésta como factor productivo por unidad de producto varía ampliamente del sector agrícola al de servicios y de éste al manufacturero. También variará el insumo promedio por sector según sea la composición de éste en términos de sus actividades básicas.

1.- Correlación entre el consumo neto de electricidad total y el producto bruto.

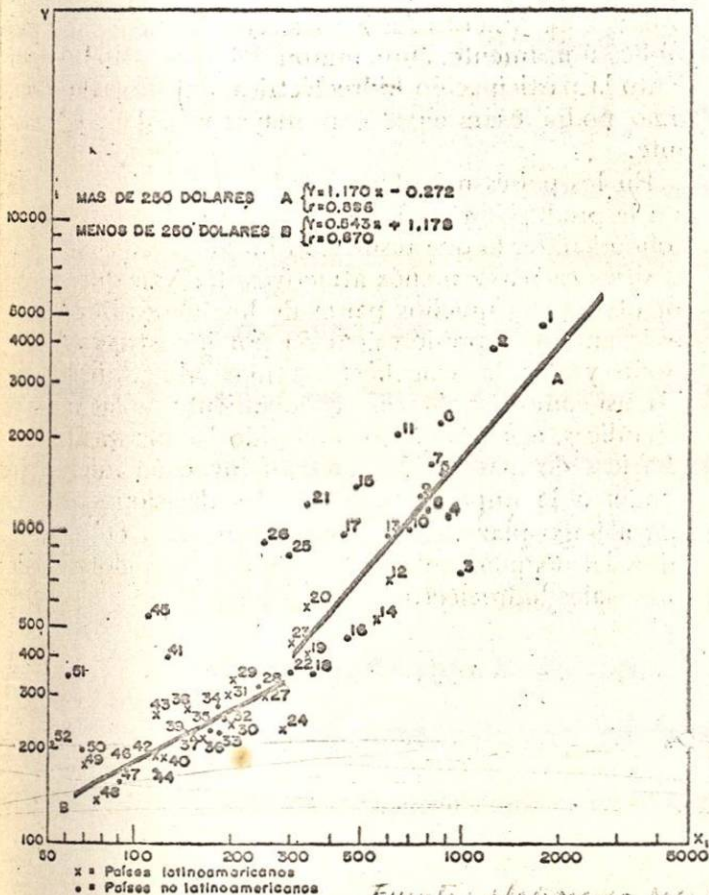
"Del análisis del gráfico 1 y 2, puede confirmarse el concepto de que la elasticidad-ingreso (relación entre los aumentos porcentuales del consumo de electricidad y del producto bruto) es baja a niveles reducidos de ingreso, se eleva apreciablemente a niveles intermedios y disminuye únicamente en los más altos escalones de ingreso. Esta última disminución debe atribuirse fundamentalmente a un aumento del rendimiento en el uso-

CORRELACION ENTRE EL CONSUMO NETO DE ENERGIA ELECTRICA TOTAL Y EL PRODUCTO BRUTO, AMBOS POR HABITANTE. (Promedio 1957-60)

CORRELACION ENTRE EL CONSUMO NETO DE ENERGIA Y EL PRODUCTO BRUTO, AMBOS POR HABITANTE. (Promedio 1957-60)

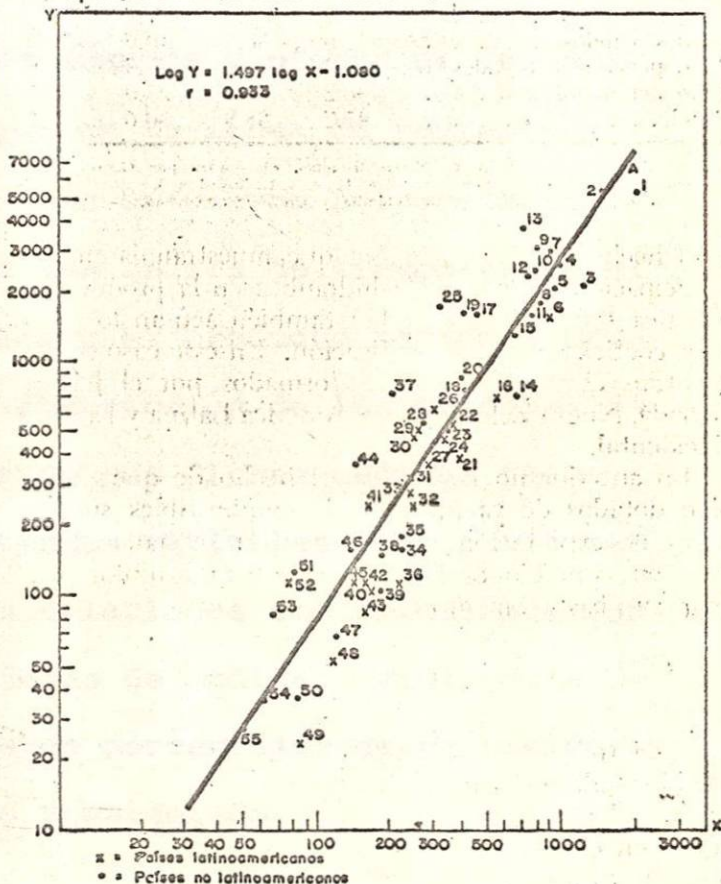
ESCALA LOGARÍTMICA

Y = Consumo neto de energía total por habitante (Kg de petróleo equivalente)
 X₁ = Producto bruto por habitante (dólares de 1950)



ESCALA LOGARÍTMICA

Y = Consumo de energía por habitante (Kg de petróleo equivalente)
 X₂ = Producto bruto por habitante (dólares a precios de 1950)



Fuente: elaborado por la CEPAL, OEA
 Agricultura y países en desarrollo de América, ORDEN DE PAISES
 Serie 2, Nov. 1963

ORDEN DE PAISES

- | | |
|------------------------------|--------------------------|
| 1. Estados Unidos de América | 27. Panamá |
| 2. Canadá | 28. Yugoslavia |
| 3. Suiza | 29. México |
| 4. Nueva Zelandia | 30. Colombia |
| 5. Suecia | 31. Brasil |
| 6. Reino Unido | 32. Turquía |
| 7. Australia | 33. Grecia |
| 8. Dinamarca | 34. Portugal |
| 9. Noruega | 35. Egipto |
| 10. Francia | 36. Guatemala |
| 11. Bélgica y Luxemburgo | 37. Honduras |
| 12. Venezuela | 38. República Dominicana |
| 13. Holanda | 39. El Salvador |
| 14. Argentina | 40. Nicaragua |
| 15. Rep. Federal de Alemania | 41. Japón |
| 16. Israel | 42. Ecuador |
| 17. Irlanda | 43. Perú |
| 18. España | 44. Ceilán |
| 19. Uruguay | 45. Rodesia del Sur |
| 20. Cuba | 46. Paraguay |
| 21. Finlandia | 47. Tailandia |
| 22. Italia | 48. Haití |
| 23. Chile | 49. Bolivia |
| 24. Costa Rica | 50. India |
| 25. Austria | 51. Rodesia del Norte |
| 26. Unión Sudafricana | 52. Congo (Leopoldville) |

- | | |
|------------------------------|--------------------------|
| 1. Estados Unidos de América | 29. Indias Occidentales |
| 2. Canadá | 30. México |
| 3. Suiza | 31. Colombia |
| 4. Bélgica y Luxemburgo | 32. Costa Rica |
| 5. Nueva Zelandia | 33. Brasil |
| 6. Venezuela | 34. Turquía |
| 7. Suecia | 35. Portugal |
| 8. Francia | 36. República Dominicana |
| 9. Reino Unido | 37. Japón |
| 10. Australia | 38. Grecia |
| 11. Dinamarca | 39. Nicaragua |
| 12. Rep. Federal de Alemania | 40. El Salvador |
| 13. Noruega | 41. Perú |
| 14. Israel | 42. Guatemala |
| 15. Finlandia | 43. Honduras |
| 16. Argentina | 44. Federación de Niassa |
| 17. Países Bajos | 45. Ecuador |
| 18. Italia | 46. Egipto |
| 19. Austria | 47. Ceilán |
| 20. Irlanda | 48. Paraguay |
| 21. Cuba | 49. Haití |
| 22. Uruguay | 50. Pakistán |
| 23. Yugoslavia | 51. Bolivia |
| 24. Surinam | 52. Congo (Leopoldville) |
| 25. Unión Sudafricana | 53. India |
| 26. Chile | 54. Tailandia |
| 27. Panamá | 55. Birmania |
| 28. España | |

de la energía eléctrica y a una saturación parcial del consumo doméstico" (2).

La elasticidad de demanda y oferta de los distintos factores que influyen en la línea de regresión, es uno de los instrumentos más efectivos del análisis económico, con respecto a las series de tiempo entre el consumo de energía eléctrica y el producto nacional bruto, se debe en parte a la abstracción de las unidades de medida, dando como resultado que dichas medidas sean comparables entre las distintas variables y en parte también a la tendencia de las relaciones económicas que son independientes de las unidades de medida, viniendo a ser más válido en términos de porcentajes de variación sobre el período de tiempo considerado.

La derivación del concepto de elasticidad y su estimación para el caso particular de la energía eléctrica y el producto nacional bruto se define como :

$$E = \frac{\text{porcentaje de variación en el consumo de energía eléctrica}}{\text{porcentaje de variación en el producto nacional bruto}}$$

(2) ONU- Informe y documentos del seminario latinoamericano de Energía eléctrica. (E/CN.12/630) Vol.I, 1962, p.160.

La elasticidad ingreso queda en este caso expresamente correlacionada con el consumo de energía eléctrica en términos de volumen y en valor monetario.

Este hecho determina el trazado de la línea de regresión entre consumo de energía eléctrica y productonacional bruto por una parte y después estima la elasticidad de los parámetros la línea de regresión. En el caso concreto la regresión es logarítmica, ejemplo

$$y = a x^b \quad (I)$$

Entonces el exponente de X corresponderá a la elasticidad ingreso. La demostración se deriva de la definición algebraica de elasticidad ingreso que es:

$$E = \frac{\frac{dy}{y}}{\frac{dx}{x}} = \frac{d y}{d x} \cdot \frac{x}{y} \quad (2)$$

diferenciando (1) y sustituyendo en (2)

$$E = \frac{a b x^{b-1}}{a x^b} = b \quad (3)$$

de esta manera se concluye que al parámetro b corresponde a la elasticidad ingreso.

El estudio de la CEPAL expresa esta misma relación pero en forma logarítmica.

$$\text{Log } Y = b \text{ Log } X - a \quad (4)$$

Este tipo particular (línea de regresión) parece ajustarse perfectamente al caso de demanda casi saturada (ver Cita p. 10). Debemos aclarar que si este tipo de curvas se quieren aplicar a casos específicos para la comprensión de fenómenos económicos pueden ser generalmente válidos para los casos en que se estudie el gasto monetario de grupos sociales homogéneos con una gran variedad de productos, y entonces puede concluirse que la elasticidad ingreso es más alta para los grupos de ingresos bajos que para los altos ingresos. Generalizando este principio al caso de la energía eléctrica se pueden afirmar dos cosas de acuerdo con los resultados obtenidos por la CEPAL y aplicando el concepto de elasticidad ingreso. En primer lugar a medida que aumenta el producto nacional bruto, mayor va a ser el consumo de - -

energía eléctrica en el sector rural donde se localizan los grupos de ingreso bajo. En segundo, se puede decir que los incrementos totales en el consumo de energía eléctrica en el sector doméstico tenderá a ser mayor en el futuro ya que comparativamente son menores los recursos de este sector que los de cualesquier otro.

De acuerdo a este razonamiento basado únicamente en la línea de regresión es posible deducir que la saturación parcial del sector doméstico es inexplicable y por lo tanto no es posible deducir la afirmación de la cita (pág. 10), exclusivamente de la línea de regresión.

Además de lo ya dicho puede agregarse que la curva de regresión del gráfico # 2 corrobora el hecho de que mientras la energía eléctrica no sea distribuída a las zonas rurales a un costo mucho más bajo encontraremos puntos de saturación en el consumo doméstico. Como es sabido el sector industrial es el principal consumidor de energía eléctrica, y en este sector, se ha visto deteriorado "el porcentaje de variación de la producción industrial del período 1960-1963" (3) y posiblemente

(3) Estadística de "Consumo y Producción energética" - Documento de la ONU (Ce/CN, 12/630/Add.1), Octubre-1965.

ha sido la causa de que el consumo de energía total haya crecido con una intensidad menor que la del producto bruto.

Deben señalarse de antemano las limitaciones - del método de correlación simple, ya que es aplicado a las series económicas de consumo de energía eléctrica y producto nacional bruto con el único fin de determinar - el grado de dependencia de una variable dependiente (consumo de energía eléctrica). El resultado obtenido además de un alto coeficiente de regresión, es la posición casi vertical de la línea de regresión (gráfico 1) que puede ser representativo del ritmo de electrificación en América Latina y a su vez puede ser identificado como - avance tecnológico (sustitución por otros tipos de energéticos). Estos resultados comprueban estadísticamente la interdependencia en la evolución tecnológica de América Latina y el proceso de electrificación, pero en ningún momento nos servirá el análisis de regresión (al nivel de modelo simple) para evaluar los distintos criterios en la selección de proyectos eléctricos.

CAPITULO II

FACTORES ESPECIALES QUE INFLUYEN SOBRE LOS CRITERIOS ECONOMICOS.- CRITERIOS DE PRIORIDAD.

A) .- ALGUNOS FACTORES ESPECIALES QUE INFLUYEN SOBRE LOS CRITERIOS ECONOMICOS.

En el capítulo anterior se ha llamado la atención hacia la consideración de que el desarrollo del servicio eléctrico guarda estrecha relación con el resto de las actividades de un país o de una región. Si bien no pertenece específicamente al campo materia del presente estudio, tiene sin embargo influencia decisiva en los criterios económicos que guían la selección y desarrollo de sistemas eléctricos.

Se desea ahora destacar un grupo de condiciones que se refieren directamente al problema si bien no son exclusivas de este.

El análisis económico, en general, persigue -- obtener que los recursos disponibles humanos, financie--

ros o naturales, produzcan el máximo de utilidad. Es - lo que en algunos casos se ha llamado eficiencia económi- ca definida como " una situación en la cual los recur- sos productivos están asignados de tal modo entre los di- versos usos alternativos que cualquier modificación del modelo aceptado no puede mejorar la posición particular- de uno y dejar todos los demás usos tan bien como ante- riormente" (4).

El problema realmente difícil está en definir- y medir los beneficios que se producen con varios proyec- tos alternativos, particularmente cuando estos son de - naturaleza diferente, para producir bienes y servicios - distintos en áreas diversas.

"En el caso de la electricidad, el hecho de - que el programa de desarrollo implica inversiones cuan- tiosas a largo plazo y que sus beneficios deben proyec- tarse por períodos de tiempo que fluctúan entre 30 y 65- años, según el carácter de las obras, hace aún más di- fícil la medida de estos beneficios" (5).

(4) Krutilla John y Eckstein Otto. "Multiple Purpose Ri- ver Development". Baltimore 1962, p. 20.

(5) Sáez R., "Diversos informes inéditos sobre los efec- tos del racionamiento eléctrico" Santiago de Chile, 1959, p. 824.

1.- Propiedad del servicio eléctrico.

Los criterios con los cuales se miden estos beneficios dependen de muchas circunstancias muy particulares. Entre ellas, se encuentra en primer término, la propiedad del negocio eléctrico. Esta puede ser privada o pública. Después de la guerra la tendencia hacia la nacionalización de los servicios eléctricos se ha acentuado en todas las regiones del mundo. Ahora bien, existe una diferencia fundamental en los criterios para medir los beneficios de un mismo proyecto cuando este es de propiedad privada o pública. Por lo tanto este hecho debe de estar presente en cualquier evaluación.

¿En qué consiste la principal diferencia?.

Dicho en los términos del Manual de Proyectos " el empresario privado juzga los méritos de un proyecto esencialmente en términos de las utilidades que produciría y así es, en consecuencia, el rubro del cual le interesa lograr un máximo. Por otra parte, todos los recursos que pondría en juego para obtener esas utilidades los reduce al común denominador de unidades de capital, rubro que le interesa reducir al mínimo compatible con los requi-

tos del proyecto" (6). El criterio básico para el empresario privado es, pues, obtener el máximo de utilidades por unidad de capital empleado en el proyecto. No hay nada de equivocado en este criterio, pues si bien la empresa tiene otras responsabilidades sociales, la primera y esencial para subsistir en un mundo competitivo es satisfacer en la mejor forma posible el objetivo económico-financiero para el cual fue creada.

Por el contrario, en los proyectos que se originan en el sector público, los efectos favorables o adversos que puedan derivarse de su realización y operación tienen importancia básica, estén ellos directamente ligados al proyecto o no.

Mientras el empresario privado esté obligado a considerar todo y solo aquello que afecta las cifras de su balance, la empresa de propiedad pública puede y debe considerar los efectos sociales que se derivan de sus inversiones. A veces se les denomina "efectos indirectos"; cuantificarlos y determinar su extensión - -

(6) Manual de proyectos de desarrollo económico (E/CN/12/426 y Add. 1/Rev. 1). Publicación de las Naciones Unidas (No. de venta: 58.11.6.5) p. 36.

"hacia atrás" y "hacia adelante", es decir, hacia los insumos y hacia el destino de los bienes y servicios.

Algunos casos concretos contribuirán a aclarar los puntos de vista sustentados. Si se está estudiando una central térmica cuya ejecución implica la decisión - entre dos combustibles, fuel oil y carbón, por ejemplo, el empresario privado resolverá por aquel que signifique en último término, la mayor rentabilidad para su capital, sin embargo la empresa pública deberá dar particular consideración a otros factores como, por ejemplo, - la economía de divisas que puede representar uno de los combustibles pues las divisas así economizadas permitirán a la colectividad hacer utilidades en otros rubros derivados de un mejor uso de ellas en otras importaciones. - El factor ocupacional en las minas de carbón, el mantener estas minas en un nivel mínimo de producción, etc., - son efectos indirectos "hacia atrás" que pueden tener un valor considerable desde el punto de vista social y -- orientar la decisión en la elección del combustible en - una dirección diferente a aquella que se mide exclusivamente por una decisión de máxima utilidad de la central-térmica.

Es frecuente en las empresas de propiedad pública la decisión de suministrar servicio en áreas en las cuales es fácil determinar que éste no puede producir la rentabilidad normal del capital. La razón para ello está en los beneficios de orden social que se pueden alcanzar por la sola disponibilidad de electricidad, beneficios que lógicamente no son un estímulo suficiente para el empresario privado y que éste no puede considerar en sus criterios de decisión.

2).- Rentabilidad y costo económico del dinero.

De todos modos, que el negocio eléctrico sea de propiedad pública o privada, la elección de alternativas entre diferentes proyectos obliga a comparar los beneficios directos y/o indirectos que se obtienen. Estos beneficios, en particular en el caso de los indirectos, pueden ser de distinta naturaleza y deben traducirse a una medida común para poderlos adicionar y comparar con las inversiones comprometidas en el proyecto. Esta cuantificación de los beneficios será más necesaria aún, si se trata de resolver, dentro del sector público entre la ejecución de un desarrollo eléctrico y un problema de -

naturaleza diferente, por ejemplo, un camino o un proyecto de regadío.

No se trata aquí de discutir los criterios de evaluación que serán tema del siguiente capítulo. Solo se desea señalar que los proyectos de desarrollo eléctrico requieren inversiones muy cuantiosas en relación al precio del servicio producido o al valor agregado de éste. De ahí que el costo del dinero en cualquier sistema de comparación de diferentes alternativas tiene una importancia fundamental para decidir cual de ellas es la más favorable.

"Por ejemplo, en el caso del desarrollo de Hells Canyon, en los Estados Unidos, los estudios realizados en aquella oportunidad demostraron que si el interés del dinero era de 2.5% (tasa usada por la autoridad federal para el análisis económico de desarrollo de hayas hidrográficas) la solución de tranque único resultaba más favorable que la de tres tranques aceptada finalmente" (7).

(7) Krutilla John y Eckstein Otto.- Op. Cit., p. 43.

Sin embargo, si la comparación se hacía con un interés de 5.5% que se estimaba correspondía al "costo de oportunidades" (⌘) del capital en Estados Unidos (en la fecha del estudio) resultaba más favorable la solución de tres tranques.

En el caso del servicio eléctrico, si la empresa es de propiedad privada, el costo del dinero comprometido en la inversión es en general relativamente fácil de determinar. En la gran mayoría de los casos, las tarifas de venta de esta energía están reguladas y controladas por organismos oficiales. Estas reglamentaciones normalmente estipulan una rentabilidad máxima sobre el valor actual de la inversión. Si es éste el caso, el empresario privado deberá estudiar cual de las alternativas a su alcance le permite satisfacer el servicio en mejor forma. Si la rentabilidad máxima legal fijada a las inversiones es inferior al interés que normalmente obtienen los capitales en el mercado privado en el cual el concesionario gestiona sus recursos, las inversiones solo podían llevarse adelante si se consigue financiar una --

(⌘) En economía se designa por "costo oportunidad" de un "recurso requerido por un proyecto el valor (imputable a este recurso) de lo que se dejaría de producir en otra actividad en la que se le podría utilizar y de la que se le sustraería para emplearlo en el proyecto".

parte de ellas con créditos a tasas de interés menores - que la rentabilidad fijados para calcular las tarifas.

La empresa de propiedad pública se financiará en gran proporción con capital público nacional, sea directamente a través del presupuesto, sea con empréstitos colocados con la garantía de los organismos públicos, -- sea con tributos especialmente asignados al desarrollo - eléctrico. El costo de este dinero es siempre bastante menor que el de aquel que se encuentra disponible en el mercado privado de capitales, lo que se explica fácil-- mente si se piensa que el capital privado requiere su es-- tímulo directo en sus decisiones de inversión que no --- existe en el caso del capital público. Así, en los - Estados Unidos " la Comisión Federal de Energía calcula como costo del dinero en los proyectos hidroeléctricos con financiamiento privado el 6.75% y con financiamiento federal sólo 2.625%" (8).

Uno de los casos más frecuentes en el estudio de alternativas de centrales generadoras, donde el - -

(8) Armand Louis. "Quelques aspects du problème européen l'énergie" Paris, OECE, 1958, p. 25.

interés de capital juega un papel decisivo es en la comparación de centrales térmicas con centrales hidroeléctricas. Si la tasa de interés con la cual se calculan las inversiones es excesivamente baja resultará favorecida, en la comparación, la central hidroeléctrica; lo inverso sucederá si la tasa es alta.

Un caso que se produce con frecuencia es la elección entre alternativas de solución propuestas por entidades de propiedad pública y privada para desarrollos eléctricos competitivos. En estos casos, no solo entra en juego el problema del costo de dinero sino, además, se deben considerar todos los factores que de algún modo significan subsidios para la empresa de propiedad pública. "En Estados Unidos, por ejemplo, en un proyecto hidroeléctrico, los impuestos federales y estatales anuales que deben pagar una empresa privada, y de los cuales está generalmente exenta la inversión federal representan alrededor del 6% del monto de dicha inversión" (9).

3.- Tarifas.

El negocio eléctrico, por su naturaleza, es de

(9) Tippetts, Abbett, McCarthy, Strattow y Kennedy and Donkin, "Estudios de Problemas Eléctricos Argentinos"- Nueva York, 1962, p. 13.

tendencia manifiesta hacia el monopolio y, por lo tanto, está sometido a las limitaciones de la autoridad superior. Las reglamentaciones de tarifas fijan los precios del mercado y por lo tanto no se cumplen las condiciones de competencia que conducirían al valor real del servicio suministrado. Para el empresario eléctrico, público o privado, esta es una realidad que debe entrar en su criterio de decisión.

La vida útil considerable de las inversiones hace que ellas estén sometidas a situaciones inflacionarias, variaciones de tasas de cambio, coyunturas económicas diversas, etc., con lo cual resulta particularmente complicado fijar una rentabilidad justa a las inversiones existentes en un momento dado y determinar las tasas correctas de depreciación.

"Las economías latinoamericanas en su mayoría han estado sometidas a fuertes desvalorizaciones monetarias. Por otro lado, la generalidad de las reglamentaciones tarifarias, hasta hace algunos años, establecían una rentabilidad de la inversión según su costo "original o histórico" (10).

(10) Cavers F. David y Nelson R. James. Ordenamiento de la energía eléctrica en América Latina. Publicación patrocinada por el Banco Internacional de Reconstr. y Fomento y la Comisión Económica para América Latina de las Naciones Unidas. Buenos Aires, 1961, p. 13.

De este modo la retribución del capital en términos reales sufría un fuerte castigo. Frente a la obligación de satisfacer la demanda creciente de servicio eléctrico, estimulada aún más por un precio artificialmente bajo, el empresario privado ha buscado soluciones que le signifiquen la menor inversión aún cuando sean las de costo mínimo; este criterio se ve favorecido aún más por el hecho de que los reglamentos tarifarios generalmente reconocen el costo efectivo anual de operación o incluyen cláusulas de reajuste de tarifas por alza de combustibles, salarios, etc. En otros términos "una regulación tarifaria como la descrita favorece, sin duda la elección de centrales térmicas comparada con las alternativas hidroeléctricas" (11).

Un aspecto también generalmente reglamentado y que influye sustancialmente en los criterios de decisión de soluciones, es el referente a la depreciación máxima autorizada, el reajuste de ella con respecto al costo histórico, etc., son todos factores que pesan sustancialmente en cualquier selección de alternativas. Más aún, siendo la depreciación un gasto no sujeto a

(11) "Los recursos hidroeléctricos, su medición y aprovechamiento" (ST/ECLA/CONF. 7/L.3.0). 1963, p. 22.

impuesto de utilidades, la discrepancia frecuente entre los reglamentos tarifarios y las leyes tributarias sobre la forma de calcularla también tienen influencia en el criterio de decisión.

Por otro lado, el consumo de energía eléctrica tiene una particularidad que no es común a la mayoría de los bienes que se utilizan. En efecto lo que el consumidor desea usar es luz, energía mecánica o calor. Para obtener estos productos requiere simultáneamente la electricidad y un aparato apropiado para transformar dicha energía en el bien utilizable deseado. A veces, el mayor o menor consumo de electricidad será función solo de precio del aparato consumidor como es el caso de la mayoría de los artefactos domésticos, tales como radio, lavadoras, refrigeradores, etc., " las investigaciones de mercado han demostrado recientemente que la tarifa eléctrica no tiene influencia sobre el uso de estos artefactos" (12).

En otros casos, por el contrario, tales como el

(12) Mandas Chacón, Jorge. "La Política de Tarifas y su Influencia en la Electrificación". Documento - - ST/ECLA/Conf. 7/L.1.41, p. 32.

alumbrado doméstico, el uso de pequeños motores eléctricos en trabajos varios agrícolas, etc., el precio de la energía es justamente determinante del consumo más intenso.

4.- Otras consideraciones que influyen sobre los criterios de decisión.

Finalmente, es conveniente tener presente otro tipo de consideraciones que fijan criterios de relación y desarrollo de sistemas eléctricos que, si bien constituyen criterios económicos, son, estrictamente hablando, ajenos a los métodos habituales de comparación entre varias alternativas de instalación eléctrica para satisfacer determinadas exigencias del consumo. Entre estas condiciones se encuentran las siguientes:

a).- Escasez de medios financieros.

Es el caso, en el cual si bien los métodos de evaluación elegidos indican como solución más apropiada una determinada alternativa, la falta de suficientes recursos financieros inmediatos obliga a la elección de otra alternativa de menor inversión.

Un ejemplo de este tipo de decisiones se encuentra en el informe presentado al gobierno argentino por - las firmas que lo han asesorado en el problema eléctrico. "Al estudiar la solución hidroeléctrica de Salto Grande, en comparación con una central térmica nueva, se establece que aquella es la más favorable pero no se considera recomendable su realización por exigir una mayor inversión de 100 millones de dólares" (13).

b) .- Urgencia de una solución.

Es perfectamente concebible que una solución de mayor plazo de ejecución resulte económicamente más favorable, aún cuando se tomen debidamente en consideración los beneficios directos que se obtengan de la alternativa de menor plazo mientras la otra todavía está en ejecución.

Este criterio puede tener relativo poco valor para una empresa privada, pero es de indudable importancia para una empresa pública en cuya decisión tienen peso considerable los beneficios indirectos que se derivan

(13) Tippetts, Abbett, McCarthy, Stratton y Kennedy and Don Kin. Op. Cit., p. 84.

para la colectividad por el hecho de disponer de energía.

"En la Unión Soviética, por ejemplo, al hacer la comparación entre dos alternativas de plantas generadoras de diferentes plazos de ejecución se incluye a favor de la de menor plazo el costo total de la producción faltante durante todos los meses de retardo de la solución de más largo plazo" (14). Los estudios realizados en Chile durante los años de mayores racionamientos eléctricos (1946-47) "demostraron que las pérdidas de producción sufridas por las industrias para las cuales había mercado consumidor representaban el costo equivalente de las inversiones necesarias para eliminar el racionamiento" (15). Este ejemplo demuestra hasta que punto la debida ponderación de los beneficios indirectos pueden ser razón suficiente para elegir soluciones de menor plazo de ejecución..

(14) Vosnesenski A. y Bestchinsky A. "Comparative Cost-estimate and prospects for harnessing the water power resources in the Eastern regions of the USSR" (Montreal, 7 all de Sep. de 1962) Vol. 2.E, p. 11.

(15) Rousselier M. L'inventaire total des ressources - hydrauliques comme base des plans généraux de développement. Conferencia mundial de la Energía, Sesión parcial de Río de Janeiro (25 de Julio a 10 de agosto de 1954), p. 90.

c).- Economía de divisas.

Se hace mención especial de esta condición por la frecuencia con que este factor ha sido utilizado como preponderante en la decisión de diversos tipos de proyectos en los países latinoamericanos que tienen desequilibrada su balanza de pagos.

Las alternativas más económicas pueden exigir mayores inversiones en moneda extranjera o el empleo de combustibles importados que significan consumo anual de divisas. Razones de orden completamente ajeno al problema eléctrico mismo pueden por lo tanto, obligar a decisiones distintas a aquellas que resultan de los estudios económicos.

Podrían enumerarse otras condiciones especiales como las ya mencionadas. Solo se ha querido destacar con algunos ejemplos la existencia de esta clase de factores que dependen de muchas circunstancias locales y particulares de cada caso y que pueden influir sobre las decisiones que pueden tomarse de diferente manera a los criterios de valorización, que se estudian en el próximo capítulo.

B) .- CRITERIOS DE PRIORIDAD.

Antes de entrar al examen de los criterios de evaluación que permiten decidir sobre alternativas técnicamente equivalentes para satisfacer las necesidades de servicio eléctrico, parece conveniente discutir cuales podrían ser algunas pautas para juzgar la prioridad en el desarrollo de este servicio.

Entre estos criterios tienen valor preponderante la estimación de los beneficios directos e indirectos de cada proyecto en la forma explicada anteriormente pero también puede ser decisiva la mayor o menor información básica que exista sobre los proyectos en estudio.

Ninguno de estos temas referentes a la información básica corresponden al presente trabajo. Sin embargo para los efectos que interesa aquí, es conveniente llamar la atención sobre algunos aspectos especiales.

Se conoce más de un caso en que la decisión de desarrollar el servicio eléctrico de una zona con prioridad a otra estuvo en parte fundamentalmente basado en el

mejor conocimiento de la información básica de consumos y de recursos. La elección de una central generadora con preferencia a otras posibilidades se apoya también frecuentemente en el mejor conocimiento de su información básica.

"Por ejemplo, la Central Sauzal, en Chile tuvo prioridad en la ejecución sobre otros desarrollos de igual tamaño realizados posteriormente, por su muy superior información hidrológica" (16).

"En el plan de electrificación preparado en Venezuela se destaca la importancia de la información básica y la inseguridad que la falta de ella introduce en las recomendaciones de prioridad" (17).

La necesidad de mejorar sustancialmente la información básica significa la obligación de destinar una parte del personal técnico escaso a esta función con lo cual se acentúa la insuficiencia de personal para el estudio de muchas alternativas para la elección de la

(16) Estudios sobre la electricidad en América Latina. - Informe y documentos del Seminario Latinoamericano de Energía Eléctrica (E/CN.12/630) Vol.1, 1962, p.13.

(17) Corporación Venezolana de Fomento y Electricité de France, Plan Nacional de Electrificación, Caracas, 1960. p.35.

solución más acertada en el desarrollo de centrales y sistemas eléctricos. Es esta una dificultad práctica que será conveniente tener presente en el momento de examinar los criterios de evaluación.

Si bien la información básica es necesaria para fijar adecuados criterios de prioridad en el desarrollo de sistemas eléctricos y precisamente la mayor o menor información constituye en el hecho uno de estos criterios, el factor principal que obliga a escoger un determinado orden de preferencia es la insuficiencia de los recursos financieros.

Puede suceder que se trate de un país o de una región donde las actividades económicas están sometidas en mayor o menor detalle a la decisión de la autoridad pública o a la ejecución de planes económicos. En este caso, la determinación de prioridades es simultánea con la asignación de recursos financieros y de otro orden para todos los proyectos económicos y en forma general, la empresa eléctrica misma solo debe satisfacer la entrega de servicio eléctrico en la forma establecida por estudios de un orden más general.

Un ejemplo bastante típico de lo que sucede al respecto puede ser el del Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte. El organismo superior inglés es actualmente la Central Electricity Authority, heredera de una larga tradición de servicio nacionalizado al cual se ha llegado por etapas progresivas.

En un estudio sobre la efectividad del control que el gobierno puede ejercer sobre las decisiones de este organismo, se dice: "El control puede ser de dos especies, cuantitativo y cualitativo, es decir, control del monto de las inversiones de capital y control de su naturaleza y, después de observar que en cuanto a las inversiones solo es posible un control a corto plazo - puesto que estos dependen de las exigencias del consumo, dice: En cuanto al control cualitativo, el gobierno está naturalmente preocupado de ver que las decisiones de política superior tales como la proporción de las inversiones en centrales convencionales y nucleares, en equipos que quemén carbón o petróleo combustible y en centrales térmicas e hidráulicas sean en el mejor interés nacional" (18).

(18) Folton D. J., "Capital investment and government control" Electric Review (Nov. de 1960), p. 45.

O sea, que la verdadera responsabilidad de decisión está en el organismo más directamente encargado de la electrificación.

A veces esos criterios de prioridad se encuentran formulados de modo explícito. Por ejemplo en el caso de Costa Rica " la obra del ICE se ha apartado del concepto limitado de llevar simplemente sus servicios a los consumidores de alta intensidad, lo cual podría hacerlo cualquier empresa comercial de electricidad, y ha sido orientado hacia los fines de utilización de la energía en el desarrollo de fuentes de progreso nacional"(19) Es indudable que una definición de objetivos de esta naturaleza es demasiado amplia para constituir de por sí un criterio de prioridad, pero está desarrollada con mayor precisión en las políticas formuladas por el Instituto.

Es evidente que en la asignación de prioridades por una empresa pública está muchas veces implícita la valoración cuantitativa o cualitativa de los beneficios indirectos. En otras palabras la evaluación de proyectos-

(19) Instituto Costarricense de Electricidad. Naturaleza de la electrificación en Costa Rica, San José, 1962 p. 35.

no se basa en el plano de comparar alternativas para satisfacer un mismo suministro eléctrico, sino proyectos - iguales o distintos para atender consumos diferentes. Se escogerá aquella de las alternativas que conduzca al mayor beneficio colectivo como primera preferencia aunque se sabe que no todas satisfacen el mismo servicio.

A este respecto, es oportuno recordar un concepto expresado por Armand (20) respecto a la distinción - fundamental que convendría hacer entre la energía "comodidad" y la energía "productividad". Se comprende que no es fácil hacer una clasificación absoluta dentro de - estos dos grandes grupos pero en lo esencial se entenderá por energía "comodidad" aquella que va directamente a mejorar las formas de vida y por energía "productividad" la que se utiliza para producir riqueza. La distinción - clara de estos dos conceptos tiene influencia en la política de inversiones y en la política tarifaria y puede constituir un buen criterio de prioridad. El criterio - normal, en los países escasos de capital, es dar preferencia a la energía "productividad". Por otro lado, la política social tiene tendencia a favorecer el uso de la

(20) Armand, Louis. Op. Cit., p. 21.

energía "comodidad" por el máximo de gente y generalmente a un precio particularmente bajo en algunos casos menos del costo, para determinar dos niveles de consumo mínimo.

En resumen, la asignación de prioridades para la empresa pública corresponde a la valoración en función de ciertos criterios establecidos de cuales de los posibles desarrollos lo satisfacen mejor.

CAPITULO III

CRITERIOS ECONOMICOS DE SELECCION.

Los sistemas de comparación son muchos y muy variados y no se puede anticipar cual será el más conveniente para un caso dado. Se puede asegurar que los métodos complejos solo pueden ser aplicados en base a una información abundante y confiable que no está generalmente disponible sino en los sistemas desarrollados en los cuales precisamente la programación y la elección de alternativas son más necesarias. En consecuencia, a menor tamaño y complejidad del sistema deberán usarse sistemas de comparación más sencillos y alejarse de otros métodos cuyo mayor rigor tiene significado real solo si los antecedentes usados lo poseen.

Así mismo, se recuerda que antes de aplicar los métodos de comparación debe haberse pesado debidamente la importancia de lo que anteriormente se designó como factores especiales que influyen sobre los criterios económicos en materia eléctrica. Algunos de estos factores especiales pueden traducirse en condiciones que

deben ser cumplidas por el programa como explicado en el apartado 3) del capítulo anterior. Por ejemplo, puede exigirse que el programa no signifique una inversión de divisas superior a una proporción determinada o que el costo anual de operación no represente un consumo en moneda extranjera superior a una cantidad estipulada.

Tomando en cuenta, pues, la anterior salvedad, es posible tratar ahora los métodos de comparación de -- alternativas más importantes y conocidas, que son usadas por la empresa privada y de propiedad pública.

A).- MÉTODOS TRADICIONALES.

1).- Métodos usados en instalaciones que generen hasta 50,000 Kwh.

Entre los métodos más sencillos usados para -- elegir entre varias centrales posibles está el de comparar el costo de la energía de una nueva instalación con el que se obtenga actualmente en plantas generadoras que estén sirviendo al sistema eléctrico. " El costo se calcula para todas las centrales sobre bases comunes" (21).

(21) Sáez R. Op. Cit., p. 38.

"Un sistema análogo usado con frecuencia para-
estimar la menor o mayor conveniencia de una central hi-
dráulica, consiste en calcular el precio de venta que -
resultaría para la energía eléctrica que ella puede gene-
rar aplicando para el cálculo las estipulaciones de los
reglamentos de tarificación y comparando el resultado -
así obtenido con el precio resultante de otras alternati-
vas y también con las tarifas de venta del momento"(22).
Este tipo de estudio, se ha empleado en Chile en la com-
paración de centrales relativamente pequeñas en relación
al sistema. El método implica aceptar que casi toda la
energía generada se vende, es por lo tanto eficaz para -
países en donde hay escasez de energía.

2).- Métodos usados en instalaciones que generen
más de 50,000 Kwh.

Cuando ya crece la importancia de las instala-
ciones, los sistemas de comparación deben perfeccionarse
Se usa corrientemente el criterio de comparar una solu-
ción hidráulica con la planta térmica equivalente capaz-
de dar el mismo servicio. En general, la condición -

(22) "Criterios económicos para la selección y desarrollo
de centrales y sistemas eléctricos" (ST/ECLA/CONF 7/
L.2.1.) Sección III, p. 38.

de dar el mismo servicio no puede cumplirse sino en forma aproximada puesto que las curvas de carga que pueden servir ambos tipos de instalación son diferentes.

Un primer método consiste en " hacer la comparación definitiva entre cada obra hidroeléctrica y la obra termoeléctrica equivalente para el primer año completo en que se podría usar la instalación hidroeléctrica a plena potencia " (23). Es el método usado, por ejemplo, por los asesores del gobierno argentino en el estudio -- comparativo de la entidad de Salto Grande con una planta generadora térmica en Buenos Aires. Por cierto, en estos casos intervienen las inversiones correspondientes a líneas y sub-estaciones y la energía se compara colocada en el mismo lugar de consumo.

"La crítica a este método es respecto a que se basa en un año único la comparación pudiendo conducir a conclusiones equivocadas" (24). En efecto, el resultado puede ser satisfactorio para el caso de Buenos Aires, con un gran sistema térmico preexistente, pero podría

(23) Tippetts, Abbett, McCarthy, Stratton y Kennedy and Donkin. Op. Cit., p. 103.

(24) Ibid. p. 110.

probablemente no ajustarse a la realidad en un período - mayor de años durante los cuales el agregado de otras po- tencias hidráulicas podría modificar la situación de pri- vilegios inicial de esta primera gran planta hidroeléc- - trica.

La consideración del elemento tiempo resulta - esencial. Es lo que se ha introducido como perfecciona- - miento posterior en varios métodos de comparación.

B) .- SISTEMA DEL COEFICIENTE DE VALOR.

1) .- Coeficiente de valor.

Se usa para comparar diversas soluciones hidro- eléctricas entre sí. Consiste en comparar en el lapso - elegido para el estudio los beneficios producidos por - una central hidráulica y los de una central térmica equi- valente usada como referencia. Los beneficios se miden- determinando los valores presentes de las inversiones, - las entradas y los gastos en todo el período para ambas- centrales. La diferencia entre las entradas y los de- - seembolsos (inversiones y gastos) para una central, da

su utilidad que se compara con la de la otra. Si la hidráulica es superior a la térmica hay enriquecimiento relativo. El "coeficiente de valor" será tanto mayor - cuanto más importante sea el enriquecimiento en relación con la inversión.

2).- Deducción del coeficiente de valor.

Supóngase que una central signifique una inversión I y que sus gastos de mantenimiento y operación en los años de período de comparación equivalgan a su "valor presente" G . En otras palabras, la suma $I + G$, representa el desembolso total de capital que sería necesario hacer para construir la central y con los intereses y amortización del capital restante G hacerla funcionar. Si, además, la entrada de un año en cualquiera de los períodos es la cantidad C_n , ella también puede ser representada por su "valor presente" y la suma de estas cantidades dará el capital representativo o "valor presente" de las entradas E .

Por lo tanto, para una central cualquiera la utilidad, expresada también en "valor presente", será:

$$U = E - I - G \quad (I)$$

De acuerdo con lo ya dicho, se desea comparar una central hidráulica con otra eléctrica como referencia. En un momento dado, todas las centrales térmicas clásicas que se contruyen tienen características análogas y - en particular, el mismo consumo específico.

Como ya se señaló, la dificultad está en definir una central térmica equivalente a una planta hidro--eléctrica determinada. "Esta equivalencia la establecen los franceses sobre la base, demostrada en la práctica - como suficiente, de dar la misma energía garantizada - (potencia garantizada) de las 1,200 horas más cargadas del año en el período de noviembre a febrero. En otros sistemas, la condición de equivalencia podrá ser otra; - en general, la referencia será una planta térmica capaz de atender el suministro con la misma seguridad que la cantidad hidroeléctrica. Teóricamente esto es equivalente a decir que los ingresos de las dos plantas, la en estudio y la térmica de referencia, son iguales. Esto - no puede ser prácticamente cierto puesto que la energía - que puede entregar la planta hidráulica varía con la -

hidraulicidad del año, y la energía garantizada y la potencia de punta responden a condiciones mínimas de disponibilidad de agua sobrepasadas un porcentaje considerable de tiempo. Sin embargo, también las posibilidades de la planta térmica de referencia sobrepasan en muchas ocasiones las condiciones del suministro hidráulico con lo cual se puede razonablemente aceptar que las probabilidades acercan considerablemente la realidad a la condición teórica prevista" (25).

Supongamos ahora elegida la alternativa hidráulica y la central térmica de referencia. La utilidad de ambas dentro del período de comparación será:

$$U_H = E_H - I_H - G_H \quad (II)$$

$$U_T = E_T - I_T - G_T \quad (III)$$

(25) Biernacki Tomas, "Application of sequential analysis to economic evaluation of installed capacity of hydroelectric plants" Transactions of the Canadian Sectional meeting of the world power conference (Montreal 7 a 11 de sep. de 1958) Vol. 2. p. 20.

La diferencia entre ambas cantidades arroja -- el balance favorable de una solución sobre la otra o enriquecimiento presente relativo: presente, por estar referida a "valores presentes" y relativo, por expresar el enriquecimiento de la central hidráulica relativo a la central térmica equivalente usada como referencia. El balance será:

$$B = U_H - U_T = (E_H - E_T) + (I_T + G_T) - (I_H + G_H) \quad (IV)$$

Si se acepta cumplida la condición teórica de igualdad de entradas entre las dos soluciones equivalentes, el "enriquecimiento presente relativo" queda expresado por:

$$B = (I_T + G_T) - (I_H + G_H) \quad (V)$$

En otras palabras, el enriquecimiento es la diferencia entre los dos desembolsos totales, térmico e hidráulico.

$$B = D_T - D_H \quad (VI)$$

Con valor 1, la térmica de referencia y la central hidráulica ofrecen iguales ventajas. Para valores menores de 1, la solución térmica es más favorable.

3).- Uso del coeficiente de valor.

Se comprende que el primer uso que puede darse a este "coeficiente de valor" (26) es precisamente realizar una clasificación de los proyectos hidroeléctricos posibles en un orden decreciente de "coeficiente de valor". Es indudable que esta clasificación depende de la tasa de actualización empleada; mientras menor sea ésta, mayor resultará, en general, el "coeficiente de valor" y, consiguientemente, mayor número de posibilidades hidroeléctricas serán más económicas que su térmica de referencia. Naturalmente, el error probable es de cierta importancia, derivado en su mayor parte de la estimación de características y costos de los proyectos considerados, que en su mayoría se basan sobre estudios preliminares. Para la determinación de un inventario de centrales por "coeficiente de valor" es necesario conocer las características esenciales de las centrales inventariadas-

(26) Friedman E. y Schkolink R., "Costo horario del suministro eléctrico en un sistema interconectado" (ST/EC-LA/CONF.7/L.1.47). Informe presentado al seminario latinoamericano sobre energía eléctrica (México, 1961 p.33.

tales como potencia de punta, energía firme de invierno, capacidad de regulación, etc. Por lo tanto, en un momento determinado se podría disponer de la información referente a todas estas características agrupadas en orden decreciente del "coeficiente de valor".

Trabajos de esta naturaleza se han hecho siguiendo este método u otros similares, y son esenciales para una formulación de programas eléctricos de gran envergadura.

En Francia, estos trabajos se renuevan y se perfeccionan periódicamente; en la Sesión Parcial de la Conferencia Mundial de la Energía, celebrada en Río de Janeiro, en 1954, se dieron a conocer los resultados obtenidos en algunas investigaciones de esta naturaleza.

C) .- SISTEMA RUSO.

En la Union Soviética la realización de esos inventarios de recursos y su clasificación económica se ejecutan bajo principios diferentes. Se reconoce en los distintos recursos hidroenergéticos una diferencia de calidad, que depende de tres factores principales (27):

(27) Vosnesenski A. y Brstchinsky A.- Op. Cit., p. 37.

1.- "El grado de desconformidad natural en el recurso energético que depende de los cambios en el caudal de los ríos en la región.

2.- La posibilidad de reducir la desconformidad por medio de embalses reguladores. Esta posibilidad depende de la calidad de los terrenos en el valle del río, de las condiciones de crecidas, etc.

3.- Condiciones para la utilización de centrales hidroeléctricas en sistemas eléctricos"

Estudios de esta naturaleza a base de índices que reflejan características como las indicadas, combinadas con estudios de índices de costos de inversión por Kwh generado en planta, constituyen una base importante para la elección de soluciones más convenientes.

Sin embargo, para escoger la solución definitiva, los rusos también emplean el sistema de comparar la solución hidroeléctrica más recomendable, según estudios como los recién descritos, con una central térmica clásica como alternativa. El método seguido en esta comparación

consiste "en determinar el llamado período para recom-- pensar el capital extra invertido en la central hidro- - eléctrica (comparado con la central térmica). Esta re- compensa se obtiene por economías en el costo de produc- ción de la electricidad" (28).

La fórmula utilizada para determinar el perío- do de recompensa es simplemente:

$$T = \frac{K_H - K_S}{I_S - I_H}$$

T = período de recompensa necesario.

K_H = inversión en la central hidroeléctrica.

K_S = inversión necesaria en la central térmica, que in cluye las inversiones de capital requeridas para- extraer y transportar el combustible.

I_S = Costo anual de producción de la central térmica.

I_H = Costo anual de producción de la central hidráulica.

Si se analiza un poco más a fondo el sistema - ruso se encontrará en él una gran similitud con el "co-- eficiente de valor".

(28) Vosnesenski A. y Bestchinsky A.- Op. Cit., p. 45.

Desde luego, la planta térmica equivalente se elige de modo de tener el mismo "volumen de producción-útil". El interés o "tasa de actualización" aparece - en el cálculo detallado del sistema ruso como el valor $\frac{1}{T_m}$, siendo T_m el "plazo normal" de la recuperación. Si las obras se extienden sobre un cierto período de tiempo, los valores que intervienen en la fórmula se transforman en sumatorios, en las cuales aparece el término $(1 + \frac{1}{T_m})^n$ como factor correlativo.

D) .- DIFERENCIAS ENTRE EL COEFICIENTE DE VALOR Y EL SISTEMA RUSO.

Las principales diferencias entre ambos sistemas son las siguientes : (29)

a) .- " La comparación en el sistema ruso se hace en el momento de la plena utilización de la solución de más largo desarrollo. No hay proyección hacia el futuro más alejado como en el caso del "coeficiente de -

(29) Schwefelberg, A.- Ponencia presentada a la Sesión Parcial de Madrid de la Conferencia Mundial de la Energía (5 a 9 de Junio de 1960), p. 33.

valor". La puesta en operación de una central en menor-plazo que la solución equivalente tiene mayor influencia en la fórmula rusa.

b).- En la fórmula soviética aparece el capital necesario para producir y transportar el combustible como una parte de la inversión térmica. En el "coeficiente de valor" este valor aparece disimulado en el precio del combustible. Desde un punto de vista de programación nacional, la fórmula rusa es más conveniente. Desde el punto de vista de una programación referente solo al sistema eléctrico, el "coeficiente de valor" es más lógico pues pone el gasto de combustible como efectivamente se produce e independiza la fórmula del origen nacional o - importado del combustible.

c).- El término $\frac{D_T - D_H}{I_H - I_T}$ del "coeficiente de valor" es inverso del término $\frac{K_H - K_S}{I_S - I_H}$ de la fórmula soviética. Pero siempre la diferencia $I_H - I_T > K_H - K_S$. Por incluir elementos distintos no se puede asegurar a priori si la diferencia de gastos $D_T - D_H$ es mayor o menor que $I_S - I_H$, pero en principio parece posible afirmar que la primera será mayor, por corresponder a una diferencia acumulada en un número grande de años de

operación. Esto permite estimar que el período de recuperación T tenderá a variar en forma similar al inverso del enriquecimiento relativo por unidad invertida en exceso sobre la inversión de referencia".

E) .- MÉTODOS DE TARIFICACION.

Estos criterios se basan en los principios usados para la tarificación, que reconocen el distinto valor que cuesta producir la energía en las diversas horas del año. A través de perseguir que las nuevas centrales agregadas produzcan la energía al mínimo costo, se puede llegar a elegir la solución más conveniente. Friedman y Schkolnik (30), por ejemplo, han propuesto un método para el cálculo del costo horario del servicio eléctrico, cuyo desarrollo detallado requiere una extensa computación de cifras para las distintas características hidroeléctricas de un sistema complejo de muchas centrales - hidroeléctricas. El método brevemente explicado consiste en dividir el costo variable de los Kwh hidráulicos y de los térmicos de base, en el total de Kwh base del período considerado y el costo de los Kwh térmicos genera-

(30) Friedman E. y Schkolnik R. Op. Cit., p. 12.

dos para atender la punta, solamente en los Kwh de punta.

En cuanto a los costos fijos, supuestas las plantas, ordenadas en su orden lógico de operación se propone dividir el correspondiente a cada escalón de potencia por el número de Kwh efectivamente generados en dicho escalón.

Si se aceptan estos criterios de repartición-- se podría aplicar este método para determinar el sistema de tarifas. Pero también serviría para comparar costos totales de energía de diversos conjuntos posibles de instalaciones y podrá, en consecuencia, utilizarse para encontrar el más conveniente.

Un método diferente de tarificación pero que-- tiene cierta similitud básica con el anterior aunque es más simple, es el propuesto por Brelih en la sesión parcial de Madrid de la Conferencia Mundial de la Energía.-- En este caso, " los costos anuales (incluso gastos fijos) de las plantas de pasada, de las técnicas de base y de la potencia de reserva se distribuyen uniformemente por día o por mes del año. Los costos anuales de las -

plantas de embalse y de las térmicas de generación variable, se dividen respectivamente por el número de Kwh generados por ellos durante el año, y a cada día o mes del año se le atribuye un gasto total igual a ese valor medio multiplicado por el número de Kwh de embalse o térmicos producidos ese día o ese mes. Sumando ambos gastos se obtiene un costo de la energía de cada día o mes del año que, dividido por el número de Kwh del día o mes, conduce a un precio medio. En seguida, para reconocer el diferente valor de la energía en las distintas horas del día se divide la curva de carga en tres franjas horizontales, las clásicas en economía eléctrica, a saber: - llenas, vacías y de punta (mínimo absoluto, mínimo diario y punta). Se divide el gasto diario o mensual de acuerdo con las potencias comprometidas diaria o mensualmente en cada franja y este gasto se distribuye de acuerdo con la energía medida en cada franja. El método puede ser aplicado al caso de una planta nueva que, al introducirse en el mismo sistema de cálculo anterior, modifica el sistema general de precios en un sentido u otro" (31).

(31) Friedman E. y Schkolink R.- Op. Cit., p. 45.

Repetido para diversas plantas, las distintas modificaciones de precio que se producen pueden servir de guía para resolver cual es la planta más conveniente. En todo caso, los dos métodos tarifarios descritos permiten recordar que la energía tiene un precio variable - según sea la oportunidad en que ella puede ser producida. En otras palabras, al calcular las entradas que produce una central debe tomarse muy en cuenta las energías de muy distintos precios que ella es capaz de generar.

Aparte de estos métodos, basados en sistemas tarifarios, que ha desarrollado también en gran escala el empleo de las técnicas del cálculo de probabilidades o estadísticas matemáticas. " Estos sistemas constituyen más bien instrumentos de análisis más que métodos de comparación " (32).

(32) Biernacki Tomás.- Op. Cit., p. 88.

RESUMEN Y CONCLUSIONES.

1).- Dado el papel que ocupa la energía eléctrica en el desarrollo económico, (interdependencia entre el nivel de ingreso y el de consumo eléctrico), los criterios económicos de selección son necesarios para aumentar los rendimientos en la generación y distribución de las plantas.

2).- La importancia que significa disponer de energía en cantidad y calidad adecuadas, el volumen de inversiones que se requiere para alcanzar esta meta y el papel preponderante que representa la electricidad dentro del sector energía crean una relación estrecha entre las ideas generales de desarrollo de un país, la política que se siga en el sector energía y los criterios económicos para la selección y desarrollo de centrales y sistemas eléctricos.

3).- En el análisis económico de alternativas para el desarrollo eléctrico influyen factores externos de proyecto que es preciso considerar. Si se trata de una empresa de propiedad privada, su criterio básico de

decisión será obtener el máximo de utilidades en su inversión. Pero, si se trata de una empresa de propiedad pública, deberá maximizar la suma de los beneficios directos, más aquellos beneficios sociales o indirectos - más inmediatamente vecinos al proyecto.

4).- Es necesario estudios especializados para aumentar la información básica en aquellos países poco desarrollados.

5).- En el caso frecuente de tener que asignar recursos escasos a diversos proyectos energéticos alternativos, deberá darse preferencia a aquellos que aumenten la "productividad" sobre los que signifiquen un mejoramiento social inmediato, atendiendo a la consideración de que el aumento de producción es una manera sólida y permanente de llevar las condiciones sociales.

6).- El uso de métodos de comparación elaborados será función de la validez de los datos disponibles. No deberán usarse métodos complejos de comparación si la información básica es insuficiente.

7).- Los métodos de comparación que se elijan

como queda dicho en la conclusión anterior deberán estar condicionados a la importancia del problema y al mérito de los datos básicos de que se dispone. La comparación de alternativas no debe hacerse para el instante inicial o para un momento determinado, sino para un lapso prudente, en la cual se puedan estimar con relativa precisión las condiciones de operación de las obras en consideración.

A P E N D I C E

EJEMPLOS NUMERICOS DE LOS METODOS DE EVALUACION.

A).- METODOS TRADICIONALES.

I).- METODOS USADOS EN INSTALACIONES QUE GENEREN HASTA 50,000 KWH.

1).- COMPARACION DEL COSTO DE LA ENERGIA ELECTRICA.

"En términos generales el costo de producción, - de la energía eléctrica, se considera formado por tres componentes: a) costo fijo, b) combustible, c) operación- y mantenimiento.

a).- Costo fijo: comprende el servicio financiero del capital, la cuota de renovación para mantener nuevos las instalaciones y equipos, y la formación de una reserva prudencial.

b).- Combustible: comprende el costo de combustible y lubricantes que se consumen para la generación de energía eléctrica.

c).- Operación y mantenimiento: comprende el costo de sueldos y salarios del personal empleado en la generación, transmisión y distribución de la energía eléctrica, incluyendo además los reducidos gastos de materiales y varios para la conservación, mantenimiento y -

pequeñas operaciones " (33).

SUPUESTOS:

- 1).- Se desea instalar una central térmica que genere -
3,200 Kwh.
- 2).- Requiere un costo fijo de \$8,000.00.
- 3).- El costo del combustible (carbón) es de 1,000.00 por
tonelada. Se necesita $\frac{1}{2}$ Kg. de carbón para produ-
cir 1 Kwh.
- 4).- Costos de operación y mantenimiento:

Sueldos y salarios,	2,500.00
Varios	300,00

Descomposición del costo del Kwh en sus tres componen---
tes:

	Pesos por Kwh
Costo fijo - - - - -	2.50
Combustible - - - - -	.50
Operación y mantenimiento-	.87
	3.87

Costo del Kwh = 3.87

(33) Volpi, Carlos A.- Documento ST/ECLA/CONF.7/L.1.144
ONU, p. 68.

El costo de la energía de este proyecto deberá compararse con el de las plantas generadoras que estén -- sirviendo al sistema eléctrico para determinar si es o no conveniente su instalación.

2).- COMPARACION DEL PRECIO DE VENTA.

En este método la comparación se lleva a cabo -- de acuerdo al precio de venta de la energía eléctrica.

SUPUESTOS:

- 1).- Se desea instalar una planta eléctrica.
- 2).- Hay dos alternativas en donde puede instalarse la -- planta: zona X y zona Y.
- 3).- La planta deberá abastecer a tres áreas (A, B y C).
- 4).- Cada área consta de tres secciones.
- 5).- Las secciones de cada área tienen diferente porcenta -- je de utilidad (legalmente establecido) como resulta -- do de los diferentes tipos de consumidores.
- 6).- Se conoce el costo de producción del Kwh que es -- el mismo para las dos zonas únicamente varía --

en el costo de trasmisión^{*)}.

7).- Los porcentajes de utilidad permitida son los siguientes:

<u>AREA</u> <u>A</u>		% del costo del- Kwh sin incluir- el costo de tras- misi3n.
Secci3n I	- - - - -	.10
Secci3n II	- - - - -	.08
Secci3n III	- - - - -	.09
 <u>AREA</u> <u>B</u>		
Secci3n I	- - - - -	.09
Secci3n II	- - - - -	.05
Secci3n III	- - - - -	.10
 <u>AREA</u> <u>C</u>		
Secci3n I	- - - - -	.12
Secci3n II	- - - - -	.13
Secci3n III	- - - - -	.07

*) Las disposiciones legales establecen en la mayoría - de los países que la empresa debe auto-financiarse - con la tarifa de venta de la energía eléctrica que - no incluye el costo de trasmisi3n y distribuci3n.

	<u>Z O N A X</u>								
	AREA A			AREA B			AREA C		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Costo del Kwh sin incluir - el costo de - transmisión.	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Tarifa	3.30	3.24	3.27	3.27	3.15	3.30	3.36	3.39	3.21
Costo de Trasmisión por Kwh	.10	.15	.20	.25	.15	.30	.15	.20	.21
Utilidades por Kwh	.20	.09	.07	.02	0	0	.21	.19	0

	<u>Z O N A Y</u>								
	AREA A			AREA B			AREA C		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Costo del Kwh sin incluir - el costo de - transmisión.	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Tarifa	3.30	3.24	3.27	3.27	3.15	3.30	3.36	3.39	3.21
Costo de trasmisión por Kwh	.10	.12	.15	.20	.15	.25	.15	.15	.20
Utilidad por-Kwh	.20	.12	.12	.07	0	.05	.21	.24	.01

La mayor alternativa corresponde a la zona Y por tener una utilidad mayor.

II).- METODO USADO EN INSTALACIONES QUE GENEREN MAS DE -
50,000 KWH.

Dentro de los métodos tradicionales se usa, cuando ya crece la importancia de las instalaciones el criterio de comparar una solución hidráulica con la planta térmica equivalente capaz de dar el mismo servicio. Esta forma es usada por ejemplo, por los asesores del gobierno argentino en el estudio comparativo de la central de Salto Grande con una planta generadora térmica en Buenos Aires. Esta comparación arroja los siguientes resultados (34)

	<u>Sistema con Salto Grande</u> Dólares	<u>Térmica de referencia</u> Dólares
1.- Inversiones en las obras.	198.5	101
2.- Inversiones adicionales en producción de combustibles.		56.5
3.- Total	198.5	157.5
4.- Gasto anual	62.7	73.4

(34) ONU. Estudio de Raúl A. Ondarte, Documento ST/ECLA CONF. 7/L.2.2.29.

Así integrada la comparación se observa:

a).- La solución hidroeléctrica significa una inversión - de 41 millones de dólares más que la térmica.

b).- La solución hidroeléctrica entraña una economía de explotación de 10.7 millones de dólares por año con relación a la térmica.

El objeto de este tipo de estudios es sobre todo, para que sirvan de base en las decisiones de los factores que deben ser tenidos en cuenta.

B).- COEFICIENTE DE VALOR.

Aplicando los datos del sistema de Salto Grande y su térmica de referencia se observa el funcionamiento del "coeficiente de valor" :

$$V = 1 + \frac{B}{I_H - I_T}$$

$$B = (I_T + G_T) - (I_H + G_H)$$

$$D_T = (I_T + G_T) = (157.5 + 73.4) = 230.9$$

$$D_H = (I_H + G_H) = (198.5 + 62.7) = 261.2$$

$$V = 1 - \frac{30.3}{41}$$

$$V = .26 \text{ (con valores menores que 1, la solución térmica es más favorable).}$$

Supóngase ahora que existen tres alternativas - hidráulicas hipotéticas con los siguientes resultados en dólares:

<u>Caso hipotético I</u>	<u>Caso hipotético II</u>	<u>Caso hipotético III</u>
$I_H = 200$	$I_H = 180$	$I_H = 210$
$G_H = 50.8$	$G_H = 65$	$G_H = 68$

Determinando el coeficiente de valor en cada caso, con la térmica de referencia de Salto Grande, y comparando los resultados así obtenidos con el caso real se obtiene la siguiente tabla:

	<u>coeficiente de valor</u>
Caso real	.26
Caso hipotético I	.64
Caso hipotético II	.38
Caso hipotético III	.10

En nuestro ejemplo la mejor alternativa es el caso hipotético I que corresponde al mayor "coeficiente de valor".

C) .- SISTEMA RUSO.-

Continuando con los datos de "Salto Grande" y

con los casos hipotéticos aplicados ahora al sistema - ruso en donde se determina el período para recompensar el capital extra invertido en la central hidroeléctrica se obtienen los resultados siguientes:

Caso real:

$$T = \frac{K_H - K_S}{I_S - I_H} = \frac{41}{10.7} = 3.8$$

El período de recompensa es 3.8. Es interesante observar que la diferencia de inversiones (41 millones) corresponden al exceso de inversión de la planta - hidroeléctrica sobre la térmica; mientras que la diferencia de costos (10.7 millones) no es otra cosa que la mayor economía de explotación por año de la hidroeléctrica sobre la térmica.

	<u>Período de recompensa</u>
Caso hipotético I	1.8
Caso hipotético II	2.6
Caso hipotético III	9.7

Con este sistema también se obtiene el caso hipotético como la mejor alternativa hidroeléctrica, por corresponder al menor período para recompensar el capital extra invertido en la central hidroeléctrica.

B I B L I O G R A F I A

LIBROS:

- Bolton D. J., "Capital investment and government control"
Electric Review (noviembre de 1960).
- Bessiére F., "La programmation a long terme des investissements d'Electricité de France".
Electri-
zitätsverwertung (Zürich, diciembre de 1960)
- Biernacki Tomasz, "Application of sequential analysis to
economic evaluation of installed capacity of
hydro-electric plants", Transactions of the
Canadian Sectional Meeting of the World Po-
wer Conference (Montreal, 7 a 11 de septiembre
de 1958) Vol. 2.
- Durrieu Ives, "La prévision économique en matière d'elec-
tricité pour la France" Paris, 1959.
- Giavi A. Carlos "Production of electrical energy in Uru-
guay development of hydraulic-thermal sys-
tem Rio Negro Montevideo", Transaction of -
the Canadian Sectional Meeting of the World
Power Conference (Montreal, 7 a 11 de sept.
de 1958), Vol. 2.

Mandas Chacón Jorge, "La Política de Tarifas y su influencia en la electrificación". (ST/ECLA/CONF. 7/L.1.41)

Krutilla John y Eckstein Otto "Multiple Purpose River Development". - - Baltimore, 1962.

Sáez R., Diversos informes inéditos sobre los efectos del racionamiento eléctrico. Santiago de Chile, 1959.

a).- "Criterios económicos para la selección y desarrollo de centrales y sistemas eléctricos (ST/ECLA/CONF.7/L.2.1) Sección III.

Schwefelberg A., Popovici T. y Cogalniceanu A. "Méthode pour la détermination de la proportion optimale dans l'utilisation des différentes ressources énergétiques pour la production de l'énergie électrique. Ponencia presentada a la Sesión Parcial de Madrid de la Conferencia Mundial de la Energía (5 a 9 de junio de 1960).

Tippets -
Abbett --
McCarthy -
Stratton y
Kennedy and
Donkin "Estudios de problemas eléctricos argentinos"
Nueva York, 1962.

Vosnesenski A. y
 Bestchinsky A. "A comparative cost estimate and prospects
 for harnessing the water power resources in
 the Eastern Regions of the USSR". Transactions of the Canadian Sectorial Meeting of
 of the World Power Conference (Montreal, 7
 a 11 de septiembre de 1962), Vol. 2.

REVISTAS

Armand Louis, Quelques aspects du problème européen - -
 l'énergie. Paris, OECE, 1958.

Brelia Milos, The evaluation of energy from the various -
 power plants in the interconnected system. Ponencia pre--
 sentada a la sesión parcial de Madrid de la Conferencia -
 Mundial de la Energía (5 a 9 de junio de 1960).

Cavers F. David y Nelson R. James, Ordenamiento de la - -
 Energía Eléctrica en América Latina. Publicación patroci--
 nada por el Banco Internacional de Reconstrucción y Fomen--
 to y la Comisión Económica para América Latina de las Na--
 ciones Unidas. Buenos Aires, 1961.

Corporación Venezolana de Fomento y Electricité de France,
Plan Nacional de Electrificación. Caracas, 1960.

Central Office of Information, Britain, An Official Hand--
book. Londres, 1958.

Friedmann E. y Schkolink R., "Costo horario del suministro
eléctrico en un sistema interconectado" (ST/ECLA/CONF.7/L.1.
47). Informe presentado al Seminario Latinoamericano sobre
Energía Eléctrica (México, D.F. 1961).

Instituto Costarricense de Electricidad. Naturaleza de la
electrificación en Costa Rica. San José, 1962.

Rousselier M., L'inventaire total des ressources hydroli--
ques comme base des plans généraux de developpment. Confe--
rencia Mundial de la Energía, sesión parcial de Río de Ja--
neiro (25 de julio a 10 de agosto de 1954).

Weaver L. Frank, Análisis económico de proyectos hidroeléc
tricos (ST/ECLA/CONF. 7/L.3.2.). Informe presentado al Se--
minario Latinoamericano sobre Energía Eléctrica (México, --
D. F., 1961).

PUBLICACIONES DE LAS NACIONES UNIDAS.

Melnick Julio. Manual de proyectos de desarrollo económico (E/CN.12/426 y Add. 1/RLV.1,TAA/LAT/12/Rev. 1). Publicación de las Naciones Unidas (No. de venta 58.11.6.5)

Estudios sobre la electricidad en América Latina. Informe y documentos del seminario latinoamericano de energía eléctrica. (E/CN.12/630). Vol. 1, 1962.

Estadísticas de Consumo y Producción Energética.- Documento (CE/CN.12/630/Add, 1) Oct. 1965.

"Los recursos hidroeléctricos, su medición y aprovechamiento" (ST/ECLA/CONF.7/L.3.0.), 1963.

Estudio de Raúl A. Ondarte, Documento ST/ECLA/CONF.7/L.- - 2.2.29. Comparación Económica de Salto Grande.

Carlos A. Volpi. Determinación del costo del Kwh.- Documento ST/ECLA/CONF. 7/L.1.144.

